

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-076627

(43)Date of publication of application : 14.03.2000

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

(21)Application number : 10-247093

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 01.09.1998

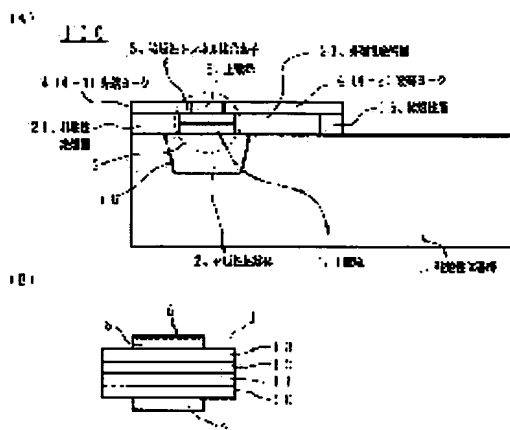
(72)Inventor : HAYASHI KAZUHIKO

## (54) INFORMATION REPRODUCING HEAD DEVICE AND INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a yoke type information reproducing head device having a structure capable of making a characteristic as the permeable path of an end yoke and a characteristic as the conductive path of a lower electrode compatible.

**SOLUTION:** The yoke type information reproducing head device 10 is structured such that a magnetic sensor 3 is provided on a substrate 1 through a nonmagnetic insulating layer 2, that a yoke 4 is connected to the magnetic sensor 3, and that the magnetic sensor 3 is so constructed as a ferromagnetic tunnel junction element 5 is held between an upper and a lower electrode 6, 7. In this case, it is constituted of the tip end yoke 4-1 which is provided in the direction of the side of the position where a medium exists against the tunnel junction element 5, and the rear end yoke 4-2 which is provided in the direction of the opposite side from the position where the medium 53 exists likewise; also, at least a part of the tip end yoke 4-1 and at least a part of the lower magnetic pole 7 are positioned on the face opposite to each other against the tunnel junction element 5.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.09.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 23.01.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3204223

[Date of registration] 29.06.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2000-76627

(P2000-76627A)

(43) 公開日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード (参考)

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

5D034

審査請求 有 請求項の数 7

O L

(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-247093

(22) 出願日 平成10年9月1日 (1998.9.1)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 林 一彦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100070530

弁理士 畑 泰之

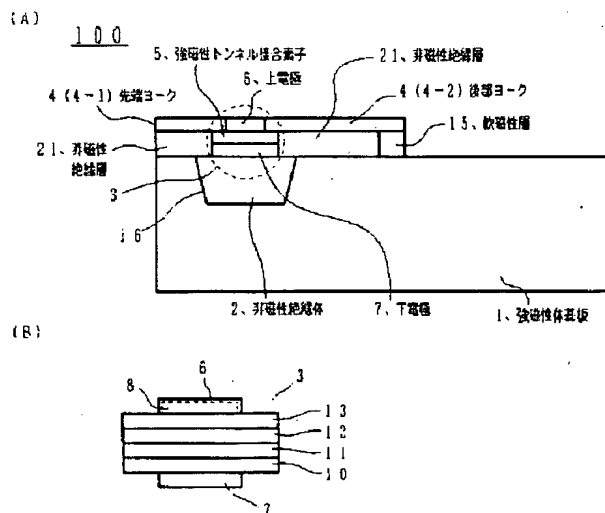
F ターム (参考) 5D034 AA02 BA03 BA09 BA15 BA18

(54) 【発明の名称】 情報再生ヘッド装置及び情報記録再生システム

(57) 【要約】

【課題】 先端ヨークの導磁路としての特性と下電極の導電路としての特性を両立できるような構成のヨーク型情報再生ヘッド装置を提供する。

【解決手段】 基板 1 上に非磁性絶縁層 2 を介して磁気センサ部 3 を設けると共に、磁気センサ部 3 にヨーク部 4 が接続されていると共に、磁気センサ部 3 は強磁性トンネル接合素子 5 を上部電極部 6 及び下部電極部 7 とで挟持した構成を有するヨーク型情報再生ヘッド装置 100 に於て、トンネル接合素子 5 に対して媒体 53 が存在する位置側の方向に設けられた先端ヨーク部 4-1 と、トンネル接合素子 5 に対して媒体 53 が存在する位置とは反対側の方向に設けられた後端ヨーク部 4-2 とから構成されており、且つ少なくとも先端ヨーク部 4-1 の一部と下部磁極 7 の少なくとも一部とが、トンネル接合素子 5 に対して互いに反対側の面に位置している情報再生ヘッド装置 100。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に非磁性絶縁層を介して磁気センサ部が設けられると共に、当該磁気センサ部にヨーク部が接続されているヨーク型情報再生ヘッド装置であつて、当該磁気センサ部は強磁性トンネル接合素子を上部電極部及び下部電極部とで挟持した構成を有するヨーク型情報再生ヘッド装置に於て、トンネル接合素子に対して媒体が存在する位置側の方向に設けられた先端ヨーク部と、当該トンネル接合素子に対して媒体が存在する位置とは反対側の方向に設けられた後端ヨーク部とから構成されており、且つ少なくとも当該先端ヨーク部の一部と当該下部磁極の少なくとも一部とが、当該トンネル接合素子に対して互いに反対側の面に位置している事の特徴とする情報再生ヘッド装置。

【請求項 2】 当該先端ヨーク部の一部と当該下部磁極の一部とは、当該トンネル接合素子を介して、互いに重なり合う様に配置せしめられている事の特徴とする請求項 1 記載の情報再生ヘッド装置。

【請求項 3】 当該先端ヨーク部の端部と当該トンネル接合素子の端部とが互いに当接して接合せしめられている事の特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の情報再生ヘッド装置。

【請求項 4】 当該先端ヨーク部の端部と当該トンネル接合素子の端部との接合面は、テーパ状の接合面を形成している事の特徴とする請求項 3 記載の情報再生ヘッド装置。

【請求項 5】 当該先端ヨーク部の当該端部は、当該トンネル接合素子の端部と係合せしめられている事の特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の情報再生ヘッド装置。

【請求項 6】 当該ヨーク部と直交する方向にバイアス層が形成されている事の特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の情報再生ヘッド装置。

【請求項 7】 情報を記録するための複数のトラックを有する磁気記憶媒体と、当該磁気記憶媒体上に情報を記憶させるための磁気記録装置と、上記請求項 1 乃至 6 の何れかに於て規定された情報再生ヘッド装置、及び当該磁気記録装置および当該情報再生ヘッド装置を当該磁気記憶媒体の選択されたトラックへ移動させるために、当該磁気記録装置及び当該情報再生ヘッド装置とに結合されたアクチュエータ手段とから構成されている事の特徴とする情報記録再生システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は磁気媒体に記録した情報信号を読み取るための情報再生ヘッド装置及び当該情報再生ヘッド装置を使用した情報記録再生システムに関するものであり、特に詳しくは、先端ヨーク部と下部磁極との位置的な干渉を排除して、先端ヨーク部の動磁路としての特性下部磁極の導電路としての特性を両立さ

せる事が可能な情報再生ヘッド装置及び情報記録再生システムを提供することにある。

## 【0002】

【従来の技術】 従来技術では、磁気抵抗 (MR) センサまたはヘッドと呼ばれる磁気読み取り変換器が開示されており、これは、大きな線形密度で磁性表面からデータを読み取れることがわかっている。MR センサは、読み取り素子によって感知される磁束の強さと方向の関数としての抵抗変化を介して磁界信号を検出する。

【0003】 こうした従来技術の MR センサは、読み取り素子の抵抗の 1 成分が磁化方向と素子中を流れる感知電流の方向の間の角度の余弦の 2 乗に比例して変化する、異方性磁気抵抗 (AMR) 効果に基づいて動作する。AMR 効果のより詳しい説明は、D. A. トムソン (Thompson) 等の論文 ("Memory, Storage, and Related Applications" IEEE Trans. on Mag. MAG-11, p. 1039 (1975) ) に出ている。

【0004】 AMR 効果を用いた磁気ヘッドではバルクハウゼンノイズを押えるために縦バイアスを印加することが多いが、この縦バイアス印加材料として、FeMn、NiMn、ニッケル酸化物などの反強磁性材料を用いる場合がある。さらに最近には、積層磁気センサの抵抗変化が、非磁性層を介する磁性層間での電導電子のスピン依存性伝送、及びそれに付随する層界面でのスピン依存性散乱に帰される、より顕著な磁気抵抗効果が記載されている。

【0005】 この磁気抵抗効果は、「巨大磁気抵抗効果」や「スピン・バルブ効果」など様々な名称で呼ばれている。このような磁気抵抗センサは適当な材料で出来ており、AMR 効果を利用するセンサで観察されるよりも、感度が改善され、抵抗変化が大きい。この種の MR センサでは、非磁性層で分離された 1 対の強磁性体層の間の平面内抵抗が、2 つの層の磁化方向間の角度の余弦に比例して変化する。

【0006】 一方、特開平 2-61572 号公報には、磁性層内の磁化の反平行整列によって生じる高い MR 変化をもたらす積層磁性構造が記載されている。当該積層構造で使用可能な材料として、上記明細書には強磁性の遷移金属及び合金が挙げられており、また、中間層により分離している少なくとも 2 層の強磁性層の一方に固定させる層を付加した構造および固定させる層として FeMn が適当であることが開示されている。

【0007】 更に、特開平 4-358310 号公報には、非磁性金属体の薄膜層によって仕切られた強磁性体の 2 層の薄膜層を有し、印加磁界が零である場合に 2 つの強磁性薄膜層の磁化方向が直交し、2 つの非結合強磁性体層間の抵抗が 2 つの層の磁化方向間の角度の余弦に比例して変化する、センサ中を通る電流の方向とは独立な、MR センサが開示されている。

【0008】 又、特開平 4-103014 号公報には、

強磁性に他の中間層を挿入して多層膜とした強磁性トンネル接合素子において、少なくとも一層の強磁性層に反強磁性体からのパイアス磁界が印加されていることを特徴とする強磁性トンネル効果膜についての記載がある。一方、ノンカップリング型GMR素子を磁気抵抗効果素子に用いたヨーク型ヘッド装置に於て、2つの電極の長辺が互いに平行な場合については、例えば、特許公報第2701748号公報に記載が見られる。

【0009】更には、トンネル接合素子の自由磁性層としてCo、固定磁性層としてNiFeを用いた例が、日本応用磁気学会学術講演集、1996年、135ページに記載がある。又、特開平10-162327号公報には、磁気トンネル接合装置及び磁気抵抗読み取りヘッドの構成に関して記載されているが、当該磁気トンネル接合装置は、所謂シールド方式の磁気抵抗読み取りヘッドに関して記載されており、ヨーク型の情報再生ヘッド装置に於て、縦パイアスを特定の条件の基に、トンネル接合素子に接合させる構成に関しては開示がない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 処で、強磁性トンネル接合を用いた磁気抵抗効果素子としては、従来では、強磁性トンネル接合を構成する要素のうち、自由磁性層のもしくは固定磁性層をそれぞれ上電極および下電極と共用していた。しかし、このような素子においては、素子抵抗がトンネル抵抗だけでなく、電極として用いている下部、上部強磁性体層の電極抵抗の影響も受ける。

【0011】そのため、抵抗変化が小さくなり、さらにトンネル接合素子内を電流が均一に流れないという問題があった。そこで、自由磁性層および固定磁性層をそのまま電極に用いるだけでなく、抵抗の小さい層を上電極及び下電極として別に設けることが必要であった。一方、ヨーク型ヘッドにおいては先端ヨークがひろった媒体からの磁束をできるだけ効率的に自由磁性層へ導くことがより大きな再生出力を得るために必要である。

【0012】そのためにはヨークの端部と自由磁性層の端部ができるだけ近い位置にあることが重要である。磁気抵抗効果素子として、自由磁性層／非磁性層／固定磁性層／固定させる層という構成の強磁性トンネル接合素子を用いた場合には、自由磁性層のすぐ下に一部重なるようにヨークを配置する必要がある。

【0013】ところが、下電極も強磁性トンネル接合素子の下部に位置しなければならないので、配置位置的に競合し、設計上ではきちんと作成できるような工程にしても、素子作成の精度上の問題により、ヨークと電極との重なり合いが生じ、電極特性、磁極としての特性、およびその後のヘッド試作工程に支障をきたすことがあった。

【0014】従って、本発明の目的は、上記した従来技術の欠点を改良し、先端ヨークと下電極とが位置的に干渉しないことから、結果として先端ヨークの導磁路とし

ての特性と下電極の導電路としての特性を両立できるような構成のヨーク型情報再生ヘッド装置、及びそれを用いた情報記録再生システムを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記した目的を達成するため、以下に記載されたような技術構成を採用するものである。即ち、本発明に係る態様としては、基板上に非磁性絶縁層を介して磁気センサ部が設けられると共に、当該磁気センサ部にヨーク部が接続されているヨーク型情報再生ヘッド装置であって、当該磁気センサ部は強磁性トンネル接合素子を上部電極部及び下部電極部とで挟持した構成を有するヨーク型情報再生ヘッド装置に於て、トンネル接合素子に対して媒体が存在する位置側の方向に設けられた先端ヨーク部と、当該トンネル接合素子に対して媒体が存在する位置とは反対側の方向に設けられた後端ヨーク部とから構成されており、且つ少なくとも当該先端ヨーク部の一部と当該下部磁極の少なくとも一部とが、当該トンネル接合素子に対して互いに反対側の面に位置している情報再生ヘッド装置である。

【0016】

【発明の実施の形態】 即ち、本発明に係る情報再生ヘッド装置及び情報記録再生システムは、上記した様な基本的な技術構成を採用していることから、ヨーク型磁気抵抗効果ヘッドにおいて、その磁気センサ部に、例えば、固定させる層／固定磁性層／非磁性層／自由磁性層という構成のトンネル接合素子を用い、トンネル接合の上部に位置する上電極部と下部に位置する下電極部を有し、下部電極の少なくとも一部と先端ヨークの少なくとも一部がトンネル接合素子を介して反対側に位置するようにする。

【0017】これにより、トンネル接合素子内を電流が均一に流れるようになり、先端ヨークと下電極とが位置的に干渉しないことから、先端ヨークの導磁路としての特性と下電極の導電路としての特性を両立できるようになる。

【0018】

【実施例】 以下に、本発明に係る情報再生ヘッド装置及び情報記録再生システムの一具体例の構成を図面を参照しながら詳細に説明する。即ち、図1は、本発明に係る当該情報再生ヘッド装置100の一具体例の構成を示す断面図であり、図中、基板1上に非磁性絶縁層2を介して磁気センサ部3が設けられると共に、当該磁気センサ部3にヨーク部4が接続されているヨーク型情報再生ヘッド装置100であって、当該磁気センサ部3は強磁性トンネル接合素子5を上部電極部6及び下部電極部7とで挟持した構成を有するヨーク型情報再生ヘッド装置100に於て、トンネル接合素子5に対して媒体53が存在する位置側の方向に設けられた先端ヨーク部4-1と、当該トンネル接合素子5に対して媒体53が存在す

る位置とは反対側の方向に設けられた後端ヨーク部 4-2 とから構成されており、且つ少なくとも当該先端ヨーク部 4-1 の一部と当該下部磁極 7 の少なくとも一部とが、当該トンネル接合素子 5 に対して互いに反対側の面に位置している情報再生ヘッド装置 100 が示されている。

【0019】本発明に於いては、当該先端ヨーク部 4-1 の一部と当該下部磁極 7 の一部とは、当該トンネル接合素子 5 を介して、互いに重なり合う様に配置せしめられている事が望ましい。更に、本発明に係る当該情報再生ヘッド装置 100 に於て、当該先端ヨーク部 4-1 の端部と当該トンネル接合素子 5 の端部とが互いに当接して接合せしめられているものであっても良い。

【0020】一方、本発明に於いては、当該先端ヨーク部 4-1 の端部と当該トンネル接合素子の端部との接合面 20 は、テーパ状の接合面を形成している事も望ましい。又、本発明に於いては、当該先端ヨーク部 4-1 の当該端部は、当該トンネル接合素子 5 の端部と、図 2 或は図 4 に示す様に、屈曲状に係合せしめられている事が望ましい。

【0021】更に、本発明に於いては、当該ヨーク部 4 と直交する方向に磁区制御用バイアス層 8 が形成されている事も望ましいことである。本発明に於いては、情報を記録するための複数のトラックを有する磁気記憶媒体と、当該磁気記憶媒体上に情報を記憶させるための磁気記録装置と、上記した構成を有する情報再生ヘッド装置 100、及び当該磁気記録装置および当該情報再生ヘッド装置 100 を当該磁気記憶媒体 53 の選択されたトラックへ移動させるために、当該磁気記録装置及び当該情報再生ヘッド装置 100 とに結合されたアクチュエータ手段（図示せず）とから構成されている情報記録再生システム 200 が構成されるものである。

【0022】本発明に係る当該情報再生ヘッド装置 100 の構成に付いて、より具体的に説明するならば、本発明を適用したヨーク型情報再生ヘッド装置 100 としては図 1～図 4 のような断面形状のものを用いることができる。いずれの構成も、下部電極 7 の少なくとも一部と先端ヨーク 4-1 の少なくとも一部がトンネル接合素子 5 を介して互いに反対側に位置するようになっている。

【0023】強磁性体基板 1（例えば、NiZnフェライト、MnZnフェライト、MgZnフェライト等）には溝 16 が形成され、この溝 16 には非磁性絶縁体 2（例えば、Al 酸化物、Si 酸化物、窒化アルミニウム、窒化シリコン、ダイヤモンドライクカーボン）が充填される。この非磁性絶縁体 2 上に、非磁性絶縁層 21、磁気抵抗効果素子 5、上下電極層 6、7、ヨーク部 4 を形成する。

【0024】図 5 は、図 3 に示す断面図を有する当該情報再生ヘッド装置 100 に於けるヨーク型情報再生ヘッド装置を上から見た図である。図 5 中の A～N の各ポイ

ントの膜構成は以下のとおりである。以下に、上記した本発明に係る情報再生ヘッド装置 100 のより詳細な構成に付いて説明する。

【0025】即ち、図 5 中の A～M の各ポイントの膜構成は以下のとおりであり、各ポイントに於て、基板 1 から如何なる膜層が、如何なる順番で積層されているかを説明しているものである。

- A、強磁性体基板／非磁性絶縁体／下電極層
- B、強磁性体基板／非磁性絶縁体／下電極層／磁区制御用縦バイアス層
- C、強磁性体基板／非磁性絶縁体
- D、強磁性体基板
- E、強磁性体基板／非磁性絶縁層／先端ヨーク層
- F、強磁性体基板／非磁性絶縁体／非磁性絶縁層／先端ヨーク層
- G、強磁性体基板／非磁性絶縁層／下電極層／強磁性トンネル接合素子／上電極層
- H、強磁性体基板／非磁性絶縁層／下電極層／強磁性トンネル接合素子／先端ヨーク層
- I、強磁性体基板／非磁性絶縁層／後部ヨーク層
- J、強磁性体基板／軟磁性層／後部ヨーク層
- K、強磁性体基板／非磁性絶縁体／非磁性絶縁層／後部ヨーク層
- L、強磁性体基板／非磁性絶縁体／下電極膜／強磁性トンネル接合素子／後部ヨーク層
- M、強磁性体基板／非磁性絶縁体／膜厚調整層／磁区制御用縦バイアス層／上電極層
- N、強磁性体基板／非磁性絶縁体／膜厚調整層／上電極層
- 又、本発明に於て使用される各膜層を構成する材料としては以下のものが有力な候補となる。
  - 1、強磁性体基板  
NiZnフェライト、MnZnフェライト、MgZnフェライト
  - 2、非磁性絶縁体  
Al 酸化物、Si 酸化物、窒化アルミニウム、窒化シリコン、ダイヤモンドライクカーボン
  - 3、磁区制御用縦バイアス層  
CoCrPt、CoCr、CoPt、CoCrTa、FeMn、NiMn、Ni 酸化物、NiCo 酸化物、IrMn、PtPdMn、ReMn、PtMn
  - 4、磁極及び軟磁性層  
NiFe、CoZr、または CoFeB、CoZrMo、CoZrNb、CoZr、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoTaZrNb、CoZrMoNi 合金、FeAlSi、窒化鉄系材料、MnZnフェライト、NiZnフェライト、MgZnフェライト
  - 5、下電極膜及び上電極膜  
Au、Ag、Cu、Mo、W、Ti

6、膜厚調整層（ヨーク部の配置位置を調整する為に挿入される層である。）Al 酸化物、Si 酸化物、窒化アルミニウム、窒化シリコン、ダイヤモンドライクカーボン

前記した様に、本発明に係る縦バイアス層 8 とトンネル接合素子との配置の位置関係としては図 6～図 8 に示される様な 3 つの方法が考えられる。

【0026】つまり、図 6 は強磁性トンネル接合素子 5 の端部に接するように縦バイアス層 8 を設置している。図 7 は強磁性トンネル接合素子の端部に一部重なるように縦バイアス層を設置している。図 8 は全面に重なるように縦バイアス層を設置した例である。本発明に使用される強磁性トンネル接合素子として機能する磁気抵抗効果素子 5 としては、図 1 (B) に概略的に説明した構成の他に、例えば以下の構成のものを用いることができる。

【0027】尚、本発明に係る当該情報再生ヘッド装置 100 に於て当該磁気センサ部 3 に使用されるトンネル接合素子 5 として、前記した構成に於ける当該固定させる層は、当該固定磁性層 11 に於ける磁化の方向を固定する為の機能を有するものであって、図 1 (B) の固定磁性層 11 の一部に含まれるものである又、本発明に係る当該トンネル接合素子 5 は、上記した各層が、適宜の基板 10 上に積層配置されるものであるが、その配置は、図 1 (B) の配列順に固定されるものではなく、後述する様に、反対の配列順であっても良い。

【0028】つまり、

- (1) 基体／下地層／フリー磁性層／非磁性層／固定磁性層／固定させる層／保護層
- (2) 基体／下地層／フリー磁性層／第 1 MR エンハンス層／非磁性層／固定磁性層／固定させる層／保護層
- (3) 基体／下地層／フリー磁性層／非磁性層／第 2 MR エンハンス層／固定磁性層／固定させる層／保護層
- (4) 基体／下地層／フリー磁性層／第 1 MR エンハンス層／非磁性層／第 2 MR エンハンス層／固定磁性層／固定させる層／保護層
- (5) 基体／下地層／固定させる層／固定磁性層／非磁性層／フリー磁性層／保護層
- (6) 基体／下地層／固定させる層／固定磁性層／第 1 MR エンハンス層／非磁性層／フリー磁性層／保護層
- (7) 基体／下地層／固定させる層／固定磁性層／非磁性層／第 2 MR エンハンス層／フリー磁性層／保護層
- (8) 基体／下地層／固定させる層／固定磁性層／第 1 MR エンハンス層／非磁性層／第 2 MR エンハンス層／フリー磁性層／保護層

本発明に於ける上記各層を構成する材料としての例を以下に示す。

【0029】(A) 下地層としては、金属、酸化物、窒化物からなる単層膜、混合膜、又は多層膜を使用する事が出来る。具体例としては、Ta、Hf、Zr、W、C

r、Ti、Mo、Pt、Ni、Ir、Cu、Ag、Co、Zn、Ru、Rh、Re、Au、Os、Pd、Nb、V 及びこれらの材料の酸化物あるいは窒化物からなる単層膜、混合膜、又は多層膜を使用する事が出来る。

【0030】添加元素として、Ta、Hf、Zr、W、Cr、Ti、Mo、Pt、Ni、Ir、Cu、Ag、Co、Zn、Ru、Rh、Re、Au、Os、Pd、Nb、V を用いる事も出来る。尚、本発明に於いては、下地層を使用しない場合もある。

(B) フリー磁性層としては、NiFe、CoFe、NiFeCo、FeCo、CoFeB、CoZrMo、CoZrNb、CoZr、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoTaZrNb、CoZrMoNi 合金またはアモルファス磁性材料を用いることができる。

【0031】(C) 非磁性層としては、金属、酸化物、窒化物、酸化物と窒化物の混合物もしくは金属／酸化物 2 層膜、金属／窒化物 2 層膜、金属／（酸化物と窒化物との混合物）2 層膜、を用いる。Ti、V、Cr、Co、Cu、Zn、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、または、Si、Al、Ti、Ta のグループからなる酸化物および窒化物の単体もしくは混合物、または Ta、Hf、Zr、W、Cr、Ti、Mo、Pt、Ni、Ir、Cu、Ag、Co、Zn、Ru、Rh、Re、Au、Os、Pd、Nb、V、Y のグループの少なくとも 1 つの元素からなる、単体もしくは合金を上記酸化物および窒化物の単体もしくは混合物と組み合わせた 2 層膜が有力な候補となる。

【0032】(D) 第 1 および第 2 MR エンハンス層としては、Co、NiFeCo、FeCo 等、または CoFeB、CoZrMo、CoZrNb、CoZr、CoZrTa、CoHf、CoTa、CoTaHf、CoNbHf、CoZrNb、CoHfPd、CoTaZrNb、CoZrMoNi 合金またはアモルファス磁性材料を用いる。

【0033】又、本発明に於て、MR エンハンス層を用いない場合は、用いた場合に比べて若干 MR 比が低下するが、用いない分だけ作製に要する工程数は低減する。

(E) 固定磁性層としては、Co、Ni、Fe をベースにするグループからなる単体、合金、または積層膜を用いる。

(F) 固定させる層としては、FeMn、NiMn、IrMn、RhMn、PtPdMn、ReMn、PtMn、PtCrMn、CrMn、CrAl、TbCo、Ni 酸化物、Fe 酸化物、Ni 酸化物と Co 酸化物の混合物、Ni 酸化物と Fe 酸化物の混合物、Ni 酸化物／Co 酸化物 2 層膜、Ni 酸化物／Fe 酸化物 2 層膜、CoCr、CoCrPt、CoCrTa、PtCo などを用いることができる。

【0034】又、PtMnもしくはPtMnにTi、V、Cr、Co、Cu、Zn、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、Si、Al、Ti、Taを添加した材料は有力な候補であるq

(G) 保護層としては、金属、酸化物、窒化物、酸化物と窒化物の混合物もしくは金属/酸化物2層膜、金属/窒化物2層膜、金属/(酸化物と窒化物との混合物)2層膜、を用いる。Ti、V、Cr、Co、Cu、Zn、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au、または、Si、Al、Ti、Taのグループからなる酸化物および窒化物の単体もしくは混合物、またはTa、Hf、Zr、W、Cr、Ti、Mo、Pt、Ni、Ir、Cu、Ag、Co、Zn、Ru、Rh、Re、Au、Os、Pd、Nb、V、Yのグループの少なくとも1つの元素からなる、単体もしくは合金を上記酸化物および窒化物の単体もしくは混合物と組み合わせた2層膜が有力な候補となる。

【0035】本発明に於て、ヨーク型素子5はインダクティブコイルによる書き込みヘッド部を形成させることにより、記録再生一体型ヘッドである情報記録再生システム200として用いることができるようになる。つまり、図9及び図10は、本発明に係る記録再生ヘッドを構成する情報記録再生システム200の構成の概略を説明する斜視図である。

【0036】本発明に係る当該情報記録再生システム200は、本発明の強磁性トンネル接合素子5を用いた情報再生ヘッド装置100と、インダクティブ型の記録ヘッドである磁気記録装置47からなる。ここでは長手磁気記録用の記録ヘッドとの搭載例を示したが、本発明の磁気抵抗効果素子5を垂直磁気記録用ヘッドと組み合わせ、垂直記録に用いてもよい。

【0037】当該情報記録用ヘッドである磁気記録装置47は、下磁極43、コイル41、上磁極44からなる記録ヘッドとから形成されており、当該情報再生ヘッド装置100と当該磁気記録装置47とが基板42上に図6に示す様な関係を有して固定配置されて構成されるものである。この際、情報再生ヘッド装置である再生ヘッド45の上部シールド膜と、磁気記録装置である記録ヘッド部47の下磁極は、互いに共通にしても良く又、別に設けてもかまわない。

【0038】このヘッドにより、図10に示す様に、記録媒体53上に信号を書き込み、また、記録媒体53から信号を読み取るのである。再生ヘッドの感知部分と、記録ヘッドの磁気ギャップは、図示のように同一スライダ上に重ねた位置に形成することで、同一トラックに同時に位置決めができる。このヘッドをスライダに加工し、磁気記録再生装置を含む情報記録再生システムに搭載した。

【0039】つまり、図10は本発明の磁気抵抗効果素子を用いた磁気記録再生装置の概念図である。ヘッドスライダを兼ねる基板42上に、再生ヘッド100および記録ヘッド47を形成し、これを記録媒体53上に位置決めして再生を行う。記録媒体53は回転し、ヘッドスライダは記録媒体53の上を、0.2μm以下の高さ、あるいは接触状態で対抗して相対運動する。

【0040】この機構により、情報再生ヘッド装置100は記録媒体53に記録された磁気的信号を、その漏れ磁界54から読み取ることのできる位置に設定されるのである。更に、本発明に係る当該情報記録再生システム200に於いては、図示されてはいないが、当該磁気記録装置47および当該情報再生ヘッド装置100を当該磁気記憶媒体53の選択されたトラックへ任意に移動させるために、当該磁気記録装置47及び当該情報再生ヘッド装置100とに結合された公知のアクチュエータ手段を含む事が望ましい。

【0041】以下に、上記した本発明に係る当該情報再生ヘッド装置100に関する詳細な具体例を図を参照しながら説明する。即ち、図1～図4に示したタイプのヨーク型素子を個別に試作した。トンネル接合膜5としては、/Ta(3nm)/Pt46Mn(25nm)/Co90Fe10(5nm)/Al酸化物(2nm)/Co90Fe10(2nm)/Ni82Fe18(8nm)/Ta(3nm)を用いた。

【0042】膜形成後には250℃、5時間の熱処理を成膜時の磁界とは直交する方向に500Oeの磁界を印加しつつ行った。500nmのCoCrTaからなる縦バイアス膜の配置としては図6のものを用いた。再生ヘッドを構成する各要素の寸法としては、図11のものを用いた。基板にはMnZnフェライト、先端ヨークおよび後部ヨークとしては、Ta(5nm)とNi80Fe20(20nm)を交互に積層して、トータルの膜厚を200nmにしたものを用いた。

【0043】非磁性絶縁体としては酸化Si、下電極としてはMo5nmでAu(50nm)をサンドイッチした膜、軟磁性層としてはNi80Fe20、膜厚調整層としてはAl酸化物を用いた。このヘッドを図6のような記録再生一体型ヘッドに加工およびスライダ加工し、CoCrTa系媒体上にデータを記録再生した。

【0044】この際、書き込みトラック幅は1.5μm、書き込みギャップは0.2μm、読み込みトラック幅は0.7μmとした。書き込みヘッド部のコイル部作成時のフォトリソ硬化工程は250℃、2時間とした。この工程により本来は素子高さ方向を向いていなければならない固定層および固定させる層の磁化方向が回転し、磁気抵抗効果素子として正しく動作しなくなったので、再生ヘッド部および記録ヘッド部作成終了後に、200℃、500Oe磁界中、1時間の着磁熱処理を行った。



【0045】この着磁熱処理による自由磁性層の磁化容易軸の着磁方向への回転は、磁化曲線からほとんど観測されなかった。媒体の保磁力は2.8 kOeとした。試作したヘッドを用いて、再生出力、S/N、再生出力が半減するマーク長（周波数）、ビットエラーレートを測定した。

【0046】それぞれの場合の測定結果を以下に示す。再生出力、再生出力が半減するマーク長、S/N、ビットエラーレートともに、以下に示す様な良好な値が得られていることがわかる。

図1の構成の場合

再生出力2.9 mV、再生出力が半減するマーク長210 kFCI、S/Nが34 dB、ビットエラーレート $1 \times 10^{-6}$ 以下。

図2の構成の場合

再生出力3.2 mV、再生出力が半減するマーク長267 kFCI、S/Nが35 dB、ビットエラーレート $1 \times 10^{-6}$ 以下。

図3の構成の場合

再生出力3.3 mV、再生出力が半減するマーク長254 kFCI、S/Nが37 dB、ビットエラーレート $1 \times 10^{-6}$ 以下。

図4の構成の場合

再生出力3.4 mV、再生出力が半減するマーク長259 kFCI、S/Nが36 dB、ビットエラーレート $1 \times 10^{-6}$ 以下。

【0047】次に本発明を適用して試作された情報記録再生システム200の説明をする。本発明に係る当該情報記録再生システム200に於いては、例えば、磁気ディスク装置はベース上に3枚の磁気ディスクを備え、ベース裏面にヘッド駆動回路および信号処理回路と入出力インターフェイスとを収めている。外部とは32ビットのバスラインで接続される。磁気ディスクの両面には6個のヘッドが配置されている。

【0048】ヘッドを駆動するためのロータリーアクチュエータとその駆動及び制御回路、ディスク回転用スピンドル直結モータが搭載されている。ディスクの直径は46 mmであり、データ面は直径10 mmから40 mmまでを使用する。埋め込みサーボ方式を用い、サーボ面を有しないため高密度化が可能である。本装置は、小型コンピュータの外部記憶装置として直接接続が可能になっている。入出力インターフェイスには、キャッシュメモリを搭載し、転送速度が毎秒5から20メガバイトの範囲であるバスラインに対応する。また、外部コントローラを置き、本装置を複数台接続することにより、大容量の磁気ディスク装置を構成することも可能である。

【0049】

【発明の効果】本発明に係る情報再生ヘッド装置及び情報記録再生システムに於いては、先端ヨークと下電極とが位置的に干渉しないことから、先端ヨークの導磁路と

しての特性と下電極の導電路としての特性を両立できるような構成のヨーク型磁気抵抗効果素子を実現することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(A)は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の構成の一具体例を示す断面図であり、図1(B)は、磁気センサ部の拡大図である。

【図2】図2は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の構成の他の具体例を示す断面図である。

10 【図3】図3は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の構成の別の具体例を示す断面図である。

【図4】図4は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の構成の更に別の具体例を示す断面図である。

【図5】図5は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の別の具体例に於ける構成を示す平面図である。

【図6】図6は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の一具体例に於けるトンネル接合素子とバイアス層との接合状態を説明する平面図である。

20 【図7】図7は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の他の具体例に於けるトンネル接合素子とバイアス層との接合状態を説明する平面図である。

【図8】図8は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の更に他の具体例に於けるトンネル接合素子とバイアス層との接合状態を説明する平面図である。

【図9】図9は、本発明にかかる情報記録再生システムに使用される記録再生ヘッドの構成の一例を示す斜視図である。

30 【図10】図10は、本発明にかかる情報記録再生システムに使用される記録再生ヘッドの使用例を説明する斜視図である。

【図11】図11は、本発明にかかる情報再生ヘッド装置の一具体例に於ける寸法を例示した平面図である。

【符号の説明】

1…基板

2、21…非磁性絶縁層

3…磁気センサ部

4…ヨーク部

4-1…先端ヨーク部

4-2…後端ヨーク部

40 5…強磁性トンネル接合素子

6…上電極部

7…下電極部

8…バイアス層

10…センサー基板

11…固定層

12…バリア層

13…自由磁性層

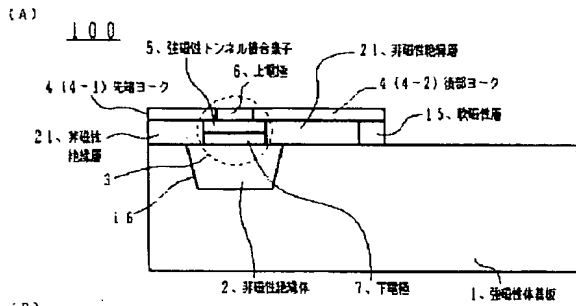
15…軟磁性層

16…溝部

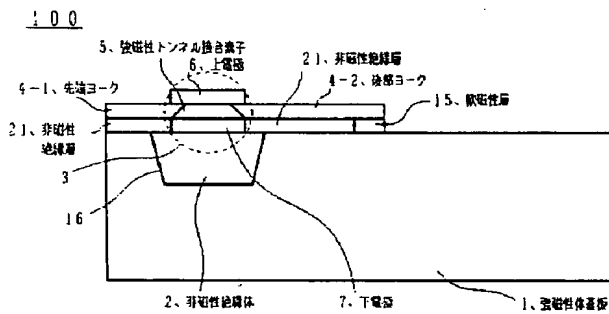
50 100…情報再生ヘッド装置

200...情報記録再生システム  
 47...磁気記録装置 (ヘッド部)  
 43...下磁極  
 41...コイル  
 44...上磁極

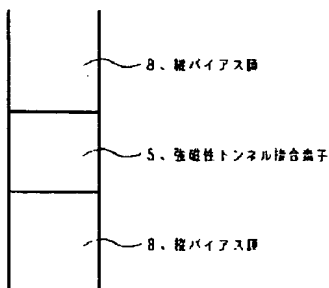
【図 1】



【図 3】

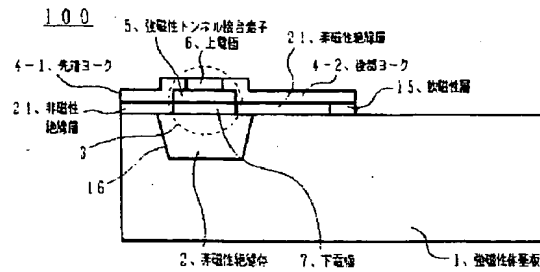


【図 6】

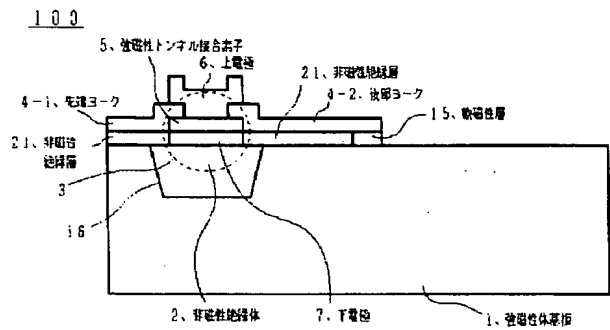


42...基体  
 45...再生ヘッド  
 53...記録媒体  
 54...もれ磁界

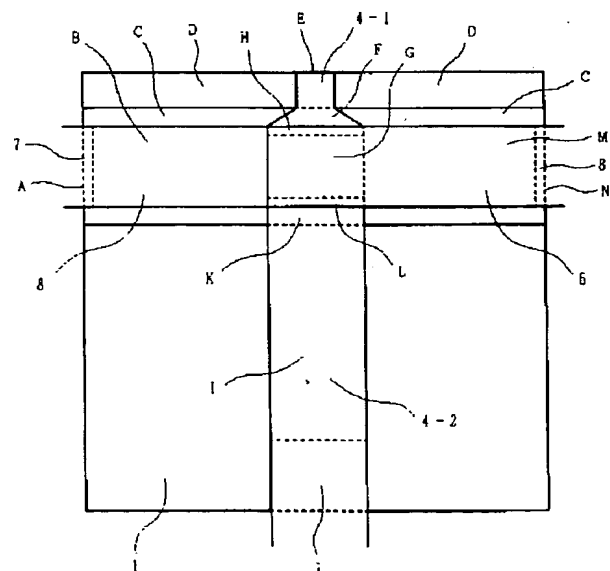
【図 2】



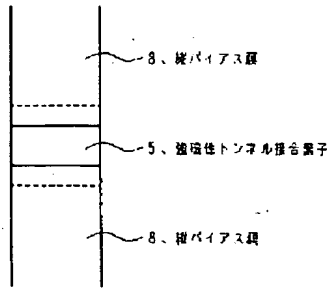
【図 4】



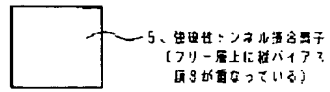
【図 5】



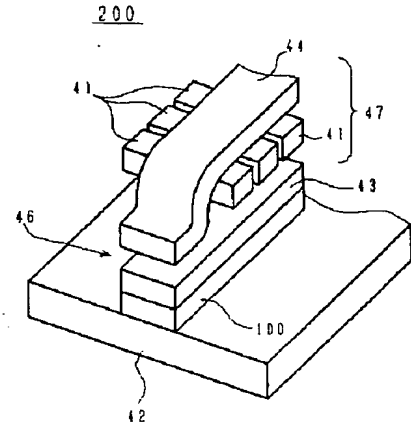
【図 7】



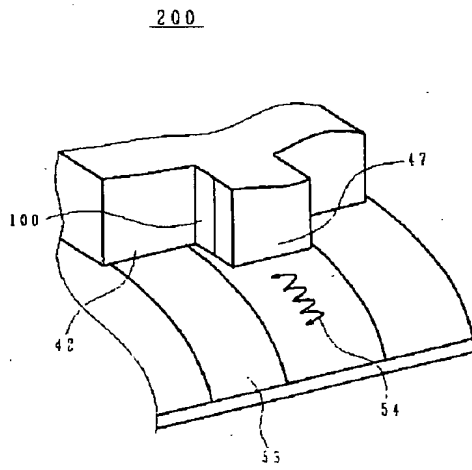
【図 8】



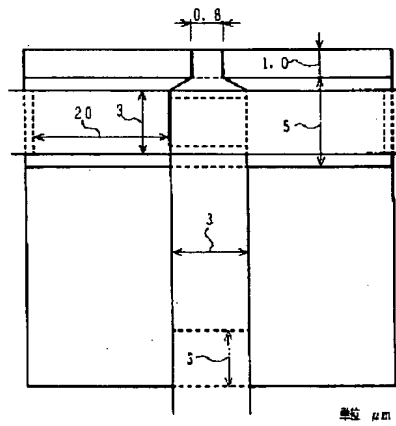
【図 9】



【図 10】



【図 11】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**